

METHOD FOR BENDING GLASS SHEET AND APPARATUS THEREFOR

Patent Number: JP2000072460
Publication date: 2000-03-07
Inventor(s): TAKEDA TAKASHI; OTSUBO NOZOMI; NOMURA KEN; TOMIOKA MASANORI; NEMUGAKI YOICHI
Applicant(s): ASAHI GLASS CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2000072460
Application Number: JP19990171138 19990617
Priority Number(s):
IPC Classification: C03B23/033; C03B35/18
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute bending to a desired curvature by pressing the portions existing between two adjacent transporting rollers of the glass sheet with a pressing roller arranged above between the two adjacent transporting rollers, thereby applying a load to the portion and bending the glass sheet.

SOLUTION: Usually, a sandwich roller 64 exists in a direction normal to the transportation plane. In the case of bending of the glass sheet, the roller is inclined at a prescribed angle θ with the direction where the glass sheet is bent from the normal direction. As a result, the prescribed bending load is applied atop the glass sheet between the transporting roller 20M and the transporting roller 20N and the glass is bent at three points between the transporting rollers 20M and 20N and the sandwich roller 64. Consequently, the glass sheet is bent to the prescribed curvature. The sandwich roller 64 may be oscillated at an arbitrary angle. The sandwich roller 64 is merely necessitated to be inclined at the larger angle α of inclination in order to bend the glass sheet at the smaller radius of bending.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-72460
(P2000-72460A)

(43) 公開日 平成12年3月7日 (2000.3.7)

(51) Int.Cl.⁷

C 0 3 B 23/033
35/18

識別記号

F I

C 0 3 B 23/033
35/18

テマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-171138

(22) 出願日 平成11年6月17日 (1999.6.17)

(31) 優先権主張番号 特願平10-173103

(32) 優先日 平成10年6月19日 (1998.6.19)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区有楽町一丁目12番1号

(72) 発明者 武田 隆

神奈川県愛甲郡愛川町角田字小沢上原426

番1 旭硝子株式会社内

(72) 発明者 大坪 望

神奈川県愛甲郡愛川町角田字小沢上原426

番1 旭硝子株式会社内

(74) 代理人 100083116

弁理士 松浦 憲三

最終頁に続く

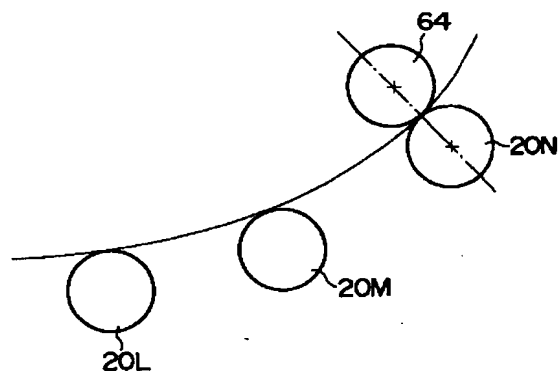
(54) 【発明の名称】 ガラス板の曲げ成形方法及び装置

(57) 【要約】

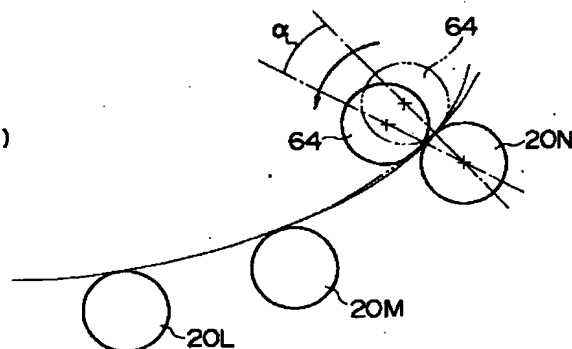
【課題】 ガラス板全体を所望の曲率に曲げ成形することができるガラス板の曲げ成形方法及び装置を提供する。

【解決手段】 隣接する2本の搬送ローラ64の間のガラス板18に上方からサンドイッチローラ20Nを押し当てて三点曲げし、所定の曲率に曲げ成形する。

(A)



(B)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス板を加熱炉で曲げ成形温度まで加熱し、該加熱されたガラス板をローラコンベアの複数の搬送ローラで形成される搬送面に沿って搬送しながらガラス板の自重によってガラス板を所定の曲率に曲げ成形するガラス板の曲げ成形方法において、

ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラをガラス板の搬送にともない上下動させて、該位置の複数の搬送ローラにより前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成し、前記各搬送ローラをガラス板の搬送にともない順次上下動させて、前記湾曲面をガラス板の搬送とともにガラス板の搬送方向に進行させ、ガラス板を搬送しながらガラス板を前記湾曲面に沿うように曲げ成形するとともに、隣接する2本の前記搬送ローラの間の上に配置された押圧ローラにより、ガラス板の隣接する2本の前記搬送ローラの上に位置する部分を押圧して、該ガラス板の部分に荷重を与えてガラス板を曲げることを特徴とするガラス板の曲げ成形方法。

【請求項2】 ガラス板を加熱炉で曲げ成形温度まで加熱し、該加熱されたガラス板をローラコンベアの複数の搬送ローラで形成される搬送面に沿って搬送しながらガラス板の自重によってガラス板を所定の曲率に曲げ成形するガラス板の曲げ成形方法において、ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラをガラス板の搬送にともない上下動させて、該位置の複数の搬送ローラにより前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成し、前記各搬送ローラをガラス板の搬送にともない順次上下動させて、前記湾曲面をガラス板の搬送とともにガラス板の搬送方向に進行させ、ガラス板を搬送しながらガラス板を前記湾曲面に沿うように曲げ成形するとともに、前記搬送ローラの上に押圧ローラを配置し、該押圧ローラを前記湾曲面の法線方向に位置させながら、該押圧ローラと前記搬送ローラとの間でガラス板を挟持してガラス板を搬送することを特徴とするガラス板の曲げ成形方法。

【請求項3】 前記押圧ローラを前記搬送ローラの前記搬送面の法線方向延長線上に位置させながら、押圧ローラと搬送ローラとの間でガラス板を挟持してガラス板を搬送する請求項2に記載のガラス板の曲げ成形方法。

【請求項4】 ガラス板を曲げ成形温度まで加熱する加熱炉と、該加熱炉の下流側に設けられたガラス板を所定の曲率に曲げ成形する成形手段とを含むガラス板の曲げ成形装置において、前記成形手段は、前記ガラス板を搬送するための搬送面を形成する複数の搬送ローラからなるローラコンベアと、前記複数の搬送ローラを上下移動させる上下方向駆動手段と、

ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラにより、前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成するとともに、ガラス板の搬送にともない、順次複数の搬送ローラを上下動させて前記湾曲面がガラス板の搬送方向に進行するように前記駆動手段を制御する制御手段と、

隣接する2本の前記搬送ローラの間の上に配置された押圧ローラと、

該押圧ローラを前記搬送面に対して進退移動させる押圧ローラ移動手段と、を備え、ガラス板の隣接する2本の前記搬送ローラの上に位置する部分を押圧ローラにより押圧して、該ガラス板の部分に荷重を与えてガラス板を曲げながら前記搬送面に沿うようにガラス板を曲げ成形することを特徴とするガラス板の曲げ成形装置。

【請求項5】 ガラス板を曲げ成形温度まで加熱する加熱炉と、該加熱炉の下流側に設けられたガラス板を所定の曲率に曲げ成形する成形手段とを含むガラス板の曲げ成形装置において、

前記成形手段は、

前記ガラス板を搬送するための搬送面を形成する複数の搬送ローラからなるローラコンベアと、

前記複数の搬送ローラを上下移動させる上下方向駆動手段と、

ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラにより、前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成するとともに、ガラス板の搬送にともない、順次複数の搬送ローラを上下動させて前記湾曲面がガラス板の搬送方向に進行するように前記駆動手段を制御する制御手段と、

前記搬送ローラの上に配された押圧ローラと、

該押圧ローラを前記搬送面の法線方向に位置させる押圧ローラ移動手段と、を備え、該押圧ローラ移動手段によって前記押圧ローラを前記湾曲面の法線方向に位置させて押圧ローラと搬送ローラとの間でガラス板を挟持しながら、ガラス板を前記湾曲面に沿うように曲げ成形することを特徴とするガラス板の曲げ成形装置。

【請求項6】 前記押圧ローラ移動手段により、前記押圧ローラを前記搬送ローラの前記搬送面の法線方向延長線上に位置させる請求項5に記載のガラス板の曲げ成形装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車、船舶、鉄道、航空機などの輸送機器あるいは建築用その他各種用途のガラス板の曲げ成形方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 加熱炉において軟化点近くまで加熱したガラス板を、湾曲した複数のローラからなるローラコンベアで搬送することによって、ガラス板を曲げ成形する方法が知られている（例えば米国特許4, 123, 24

6号明細書参照)。この方法によれば、軟化したガラス板はその自重により垂れ下がるので、ガラス板はローラの曲率に倣うように曲げられる。この場合、ガラス板は搬送方向に直交する方向に曲げ成形される。

【0003】また、加熱炉において軟化点近くまで加熱したガラス板を、その搬送路が湾曲するように搬送方向に傾斜配置した複数のローラにより搬送することによって、ガラス板を曲げ成形する方法が知られている(例えば米国特許4, 820, 327号明細書参照)。この方法によれば、軟化したガラス板はその自重により垂れ下がるので、ガラス板は搬送路の曲率に倣うように曲げられる。この場合、ガラス板は搬送方向に曲げ成形される。

【0004】なお、本明細書において、「搬送方向に直交する方向に曲げ成形される」とは、曲げ成形されたガラス板の形状が、搬送方向軸のまわりに湾曲した形状になることを意味する。いいかえると、曲げ成形されたガラス板は、搬送方向軸に垂直な断面が湾曲形状となる。

「搬送方向に(沿って)曲げ成形される」も同様に、曲げ成形されたガラス板の形状が、搬送方向に直交する軸のまわりに湾曲した形状になることを意味する。いいかえると、曲げ成形されたガラス板は、搬送方向に直交する軸に垂直な断面が湾曲形状となる。以下に示す複数のローラで形成される湾曲面の形状についても、「搬送方向に(沿って)曲がった」「搬送方向に湾曲した」等の説明は「搬送方向に(沿って)曲げ成形される」の意味と同旨である。搬送方向に直交する方向に関する湾曲面の説明も、「搬送方向に直交する方向に曲げ成形される」の意味と同旨である。

【0005】本明細書における「・・・方向に直交」は、水平面上であって・・・方向に垂直な方向を意味する。本明細書における「上」、「下」は、水平面に対しそれぞれ「上」、「下」を意味する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年の自動車産業では少量多品種の要求が高まっているため、その型式毎にそれぞれ対応する曲率のガラス板が必要になる。このために、上記米国特許4, 123, 246号明細書に記載された方法(以下'246の方法という)では、型式毎にその型式に対応した曲率のローラに交換する必要があった。この交換には時間がかかるものであり、しかも型式毎に求められる曲率のローラを用意する必要があった。

【0007】また、'246の方法では、ガラス板は曲げられる方向に直交する方向に搬送される。この場合、例えば自動車用サイドガラス板の曲げ成形において、自動車への組付け状態における側辺方向がローラの延在方向となる。そのため、ローラのガラス板への接触による筋状のローラ歪が組付け状態における鉛直方向に形成され、ローラによる筋状の歪が目立ちやすい。

【0008】米国特許4, 820, 327号明細書に記載された方法(以下'327の方法という)では、型式毎にその型式に対応した曲率の搬送路になるようにローラの配置を変更する必要があった。この変更には時間がかかるものであった。

【0009】また、'327の方法では、ガラス板の搬送方向を鉛直方向に変える。そのため、'327の方法に用いる設備全体が大きくなる。しかも重力に逆らってガラス板を搬送するため、ガラス板を高速で搬送することが困難であり、ローラ上でのガラス板の滑りを防止する構造を特別に設けなければならない。さらに、曲げ成形、風冷強化された後のガラス板は、鉛直方向から水平方向へと搬送方向を変えなければならない。この搬送方向を変える機構は複雑であり、ガラス板への傷の発生が懸念される。

【0010】本発明の目的は、従来技術が有する上記課題を解決することにより、従来知られていなかったガラス板の曲げ成形方法及び装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、ガラス板を加熱炉で曲げ成形温度まで加熱し、該加熱されたガラス板をローラコンベアの複数の搬送ローラで形成される搬送面に沿って搬送しながらガラス板の自重によってガラス板を所定の曲率に曲げ成形するガラス板の曲げ成形方法において、ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラをガラス板の搬送にともない上下動させて、該位置の複数の搬送ローラにより前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成し、前記各搬送ローラをガラス板の搬送にともない順次上下動させて、前記湾曲面をガラス板の搬送とともにガラス板の搬送方向に進行させ、ガラス板を搬送しながらガラス板を前記湾曲面に沿うように曲げ成形するとともに、隣接する2本の前記搬送ローラの間の上方に配置された押圧ローラにより、ガラス板の隣接する2本の前記搬送ローラの間に位置する部分を押圧して、該ガラス板の部分に荷重を与えてガラス板を曲げることを特徴とするガラス板の曲げ成形方法を提供する。

【0012】また、本発明は、ガラス板を曲げ成形温度まで加熱する加熱炉と、該加熱炉の下流側に設けられたガラス板を所定の曲率に曲げ成形する成形手段とを含むガラス板の曲げ成形装置において、前記成形手段は、前記ガラス板を搬送するための搬送面を形成する複数の搬送ローラからなるローラコンベアと、前記複数の搬送ローラを上下移動させる上下方向駆動手段と、ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラにより、前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成するとともに、ガラス板の搬送にともない、順次複数の搬送ローラを上下動させて前記湾曲面がガラス板の搬送方向に進行するように前記駆動手段を制御する制御手段と、隣接する2本の前記搬送ローラ

の間の上方に配置された押圧ローラと、該押圧ローラを前記搬送面に対して進退移動させる押圧ローラ移動手段と、を備え、ガラス板の隣接する2本の前記搬送ローラの間に位置する部分を押圧ローラにより押圧して、該ガラス板の部分に荷重を与えてガラス板を曲げながら前記湾曲面に沿うようにガラス板を曲げ成形することを特徴とするガラス板の曲げ成形装置を提供する。

【0013】これらの本発明によれば、隣接する2本の搬送ローラの間の上方に配された押圧ローラによって、ガラス板に所定の曲げ荷重が与えられる。これにより、ガラス板は隣接する2本の搬送ローラと押圧ローラとにより押圧ローラを支点として三点曲げされ、所定の部分が所定の曲率に曲げ成形される。なお、「三点曲げ」とは、搬送方向に垂直なガラス板の断面を見た際に、ガラス板の上面一点と下面二点とで上面一点を支点として曲げることを意味する。実際には、ガラス板と各ローラとは線接触なので「三線曲げ」されることになる。

【0014】以下に示すように、ガラス板は複数の搬送ローラで形成される搬送面に沿って、搬送方向に曲げ成形される。この場合、ガラス板は自重により搬送面に沿うように曲げ成形されるため、ガラス板の搬送方向前端、後端が充分曲げ成形できないことがある。これに対し、本発明のようにガラス板が三点曲げされることにより、ガラス板の搬送方向前端、後端を所定の曲率に曲げ成形できる。

【0015】さらに、本発明は、ガラス板を加熱炉で曲げ成形温度まで加熱し、該加熱されたガラス板をローラコンベアの複数の搬送ローラで形成される搬送面に沿って搬送しながらガラス板の自重によってガラス板を所定の曲率に曲げ成形するガラス板の曲げ成形方法において、ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラをガラス板の搬送にともない上下動させて、該位置の複数の搬送ローラにより前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成し、前記各搬送ローラをガラス板の搬送にともない順次上下動させて、前記湾曲面をガラス板の搬送とともにガラス板の搬送方向に進行させ、ガラス板を搬送しながらガラス板を前記湾曲面に沿うように曲げ成形するとともに、前記搬送ローラの上方に押圧ローラを配置し、該押圧ローラを前記湾曲面の法線方向に位置させながら、該押圧ローラと前記搬送ローラとの間でガラス板を挟持してガラス板を搬送することを特徴とするガラス板の曲げ成形方法を提供する。

【0016】また、本発明は、ガラス板を曲げ成形温度まで加熱する加熱炉と、該加熱炉の下流側に設けられたガラス板を所定の曲率に曲げ成形する成形手段とを含むガラス板の曲げ成形装置において、前記成形手段は、前記ガラス板を搬送するための搬送面を形成する複数の搬送ローラからなるローラコンベアと、前記複数の搬送ローラを上下移動させる上下方向駆動手段と、ガラス板が

搬送されている位置の複数の搬送ローラにより、前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成するとともに、ガラス板の搬送にともない、順次複数の搬送ローラを上下動させて前記湾曲面がガラス板の搬送方向に進行するように前記駆動手段を制御する制御手段と、前記搬送ローラの上方に配された押圧ローラと、該押圧ローラを前記湾曲面の法線方向に位置させる押圧ローラ移動手段と、を備え、該押圧ローラ移動手段によって前記押圧ローラを前記搬送面の法線方向に位置させて押圧ローラと搬送ローラとの間でガラス板を挟持しながら、ガラス板を前記搬送面に沿うように曲げ成形することを特徴とするガラス板の曲げ成形装置を提供する。

【0017】これらの本発明によれば、ガラス板は搬送面の法線方向に位置する押圧ローラによって挟持されながら搬送される。これにより、搬送過程でガラス板の縁部に発生する反りを、押圧ローラと搬送ローラとの挟持により矯正できる。

【0018】そして、これらの本発明において、各搬送ローラ自身は、ガラス板の搬送にともない鉛直方向に上下動する。この上下動により、ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラによって湾曲面を形成し、この湾曲面がガラス板の搬送方向に進行する。いいかえると、上記の湾曲面が波面に、各ローラが波の振動子に、各ローラの上下動ストローク長が波の振幅に、それぞれ相当する。そして、各振動子の位相を搬送方向下流に向かうにしたがって順次変えるように、各ローラの上下動に位相差を与えることによって波を伝播させ、湾曲面がガラス板の搬送方向に進行する。

【0019】各ローラの上下動は、鉛直方向における初期位置から下降―上昇を経て初期位置に戻る動きを、1周期の動きとすることが好ましい。この場合、各ローラは、(a；初期状態)1単位のガラス板の搬送方向前辺が搬送されてきた時を下降の始まりとし、(b)1単位のガラス板が通過している間を下降―上昇の1周期の動きとし、(c；終状態)1単位のガラス板の搬送方向後辺が搬送されてきた時にもとの位置に戻る。こうして、1単位のガラス板があるローラ上を通過する間に、そのローラは初期状態から終状態までの1周期の上下動を行う。複数のガラス板を連続的に曲げ成形する際には、1単位のガラス板が順次搬送されてくるので、次単位以降のガラス板に対し、各ローラを(a)、(b)、(c)の順に繰り返し上下動させる。

【0020】こうした各ローラの上下動により、1単位のガラス板は次のように搬送される。ガラス板の搬送方向前辺及び搬送方向後辺があるローラ上に位置する時、そのローラは初期状態(終状態)にある。そのため、ガラス板の搬送方向前辺及び搬送方向後辺の鉛直方向位置は、各ローラの初期状態の位置に保たれる。初期状態にある各ローラで形成される仮想の面を、「搬送レベル」

と呼ぶこととする。一方、ガラス板の搬送方向前辺と搬送方向後辺との間の部分であるガラス板の中央部分が位置する各ローラは、1周期の上下動のうちの中間状態にある。そのため、ガラス板の中央部分は搬送レベルよりも下方に位置する（中央部分が下方に垂れ下がる）。したがって、1単位のガラス板は、搬送方向前辺と搬送方向後辺とが搬送レベルに保たれながら、中央部分が搬送レベルよりも下方に位置するように、搬送される。

【0021】なお、「1単位のガラス板」とは、通常は1枚のガラス板を意味する。必要に応じて2枚以上のガラス板を積層した状態で搬送すると、2枚以上のガラス板を同時に曲げ成形できる。このように、「1単位のガラス板」は2枚以上のガラス板が積層された状態で搬送される場合を含む。そして、本発明のガラス板の曲げ成形方法及び装置は、1単位のガラス板の曲げ成形を順次連続的に行い、複数単位のガラス板を連続的に曲げ成形できる。1単位のガラス板が1枚のガラス板であるかガラス板が複数枚積層された状態にあるかは、本発明のガラス板の曲げ成形方法及び装置の基本的な動作に大きな影響を与えない。そこで、本明細書では、「1単位」なる語を省略することができる。

【0022】こうして、本発明によれば、複数のローラをガラス板の搬送位置に応じて上下移動させることにより、複数のローラで形成される搬送面を湾曲させ、この湾曲した搬送面に沿ってガラス板を自重により所定の曲率に曲げ成形する。これにより、本発明は、型式に応じた曲率の複数のローラを使用することなくガラス板を曲げ成形できるので、従来必要であったローラの交換作業を省くことができる。また、本発明は、ローラの上下移動制御データを変更するだけで別の型式のガラス板を成形できるので、ジョブチェンジ時間を実質的になくすることができる。

【0023】なお、各ローラにより形成される湾曲面は次の意味を持つ。まず、各ローラの中心軸線を仮想する。各中心軸線は搬送方向に直交する方向に延びていることから、各中心軸線を滑らかに結ぶと仮想の湾曲面ができる。この仮想湾曲面が各ローラにより形成される湾曲面に対応する。実際には、各ローラは有限の太さを有するため、各ローラで形成される湾曲面は仮想湾曲面と若干異なる。すなわち、各ローラで形成される湾曲面の曲率半径は仮想湾曲面の曲率半径よりも若干（ローラの半径程度）小さい。したがって、各ローラにより形成される湾曲面は、仮想湾曲面よりも若干曲率半径の小さい湾曲面に相当する。

【0024】そして、各ローラにより形成される所望の湾曲面とは、ガラス板がローラ上を搬送されている位置に応じて求められる湾曲面である。具体的には、ガラス板を曲げ成形するゾーンのうち最下流の位置では、この位置の各ローラで形成される湾曲面は、ガラス板の搬送方向についての最終的に得ようとするガラス板の曲げ形

状に概略一致した湾曲形状を呈する。

【0025】一つの例として、最下流の位置よりも上流に位置する各ローラで形成される湾曲面は、最下流の位置での各ローラで形成される湾曲面よりも大きな曲率半径を有する。さらに、上流へいくに従って、上流位置の各ローラで形成される湾曲面は、さらに大きな曲率半径を有する。

【0026】他の例として、ガラス板を曲げ成形するゾーンのすべての位置において、各ローラで形成される湾曲面を最終的に得ようとするガラス板の搬送方向の曲げ形状に概略一致した湾曲形状にすることもできる。いずれにしても、最終的に得ようとするガラス板の曲げ形状にガラス板を曲げ成形するために、各ローラで形成される湾曲面は、ガラス板が搬送されている位置に応じて決められる湾曲形状とされる。この際、湾曲形状はガラス板の厚みやガラス板の温度を考慮しながら決めるものであり、これらの条件に応じて、どのように湾曲面の形状を変えるか、（または、一定の湾曲形状とするか）を適宜設定できるように装置を構成することは好ましい。

【0027】ガラス板は瞬時には自重により曲がらないことが多い。そのため、各ローラで形成される湾曲面の曲率半径を上流側から徐々に小さな曲率半径にして最下流位置で最終的に得ようとするガラス板の湾曲形状に概略一致する湾曲形状にすることが、各ローラの搬送駆動力をガラス板に充分に伝達できる点に鑑みて好ましい。

【0028】

【発明の実施の形態】以下添付図面に従って本発明に係るガラス板の曲げ成形方法及び装置の好ましい実施の形態について詳説する。

【0029】図1は、本発明に係るガラス板の曲げ成形装置の実施の形態の構造を示す斜視図である。まず、同図に基づいて本実施の形態の曲げ成形装置10によるガラス板18の曲げ成形工程の全体の流れについて説明する。

【0030】曲げ成形前のガラス板18は、加熱炉12の入口において搬送位置が位置決めされた後、図示しないローラコンベアによって加熱炉12内に搬送される。そして、その加熱炉12内を搬送される過程で所定の曲げ成形温度（600～700℃程度）まで加熱される。

【0031】所定の曲げ成形温度まで加熱されたガラス板18は、図示しないローラコンベアから曲げ成形用のローラコンベア20に移載されて、加熱炉12の終端部に形成された成形ゾーン14に搬送される。そして、この成形ゾーン14を搬送される過程で曲げ成形用のローラコンベア20によって所定の曲げ成形がなされる。なお、この曲げ成形用のローラコンベア20によるガラス板18の曲げ成形動作については後に詳述する。

【0032】成形ゾーン14で所定の曲げ成形がなされたガラス板18は、曲げ成形用のローラコンベア20から風冷強化用のローラコンベア22に移載されて風冷強

化装置16に搬送される。そして、この風冷強化装置16によって風冷強化される。ここで、この風冷強化装置16は、前記風冷強化用のローラコンベア22を挟んで配置された上部吹口ヘッド24と下部吹口ヘッド26とを備えており、ガラス板18は、これらの吹口ヘッド24、26から吹き出されるエアによって風冷強化される。

【0033】風冷強化装置16によって風冷強化されたガラス板18は、風冷強化用のローラコンベア22からローラコンベア28に移載され、次工程の図示しない検査装置に向けて搬送される。

【0034】以上が本実施の形態の曲げ成形装置10によるガラス板18の曲げ成形工程の全体の流れである。

【0035】次に、成形ゾーン14におけるガラス板18の曲げ成形方法について説明する。

【0036】まず、曲げ成形用のローラコンベア20の構成について図1、図2を参照しながら説明する。

【0037】曲げ成形用のローラコンベア20は、ストレート状に形成された複数本の搬送ローラ20A、20B、…を所定の間隔をもって水平に搬送方向に並列配置して構成されている。ガラス板18は、これらの搬送ローラ20A、20B、…が回転することで、その搬送ローラ20A、20B、…によって形成される搬送面上を搬送される。

【0038】ここで、この曲げ成形用のローラコンベア20の搬送ローラ20A、20B、…は、回転駆動手段によって各々が独立して回転駆動されている。また、この搬送ローラ20A、20B、…は、上下方向駆動手段によって各々が独立して上下方向に駆動されている。そして、この回転駆動手段と上下方向駆動手段とは、モーションコントローラによって制御されている。

【0039】図3は、搬送ローラ20Aの回転駆動手段と上下方向駆動手段との構造を示した正面図である。

【0040】搬送ローラ20Aは、その両端が移動フレーム30に軸受32、32を介して回転自在に支持されている。この搬送ローラ20Aの一方端（図3において左端）には従動ギヤ34が固着されており、該従動ギヤ34はサーボモータ38のスピンドル40に取り付けられた駆動ギヤ36に噛合されている。以上が回転駆動手段の構造である。搬送ローラ20Aは、前記サーボモータ38が駆動されることにより所定の角速度で回転される。

【0041】移動フレーム30は、その両側部にガイドレール44、44が配設されている。ガイドレール44、44は、固定フレーム42に固着されたガイドブロック46、46に係合されて摺動自在に支持されている。また、この移動フレーム30には、両端下部にラック48、48が下側に向けて突設されている。ラック48、48にはピニオン50、50が噛合されており、ピニオン50、50は回転軸52に固定されている。この

回転軸52は軸受54、54を介して固定フレーム42に回転自在に支持されている。そして、その一方端（図3において左端）には、サーボモータ56のスピンドル58が連結されている。以上が上下方向駆動手段の構造である。前記サーボモータ56が駆動されると、回転軸52が回転し、その回転軸52の回転運動がピニオン50とラック48の作用によって直線運動に変換される。これにより、移動フレーム30が上下方向に移動する。そして、この移動フレーム30が上下方向に移動することにより搬送ローラ20Aが上下方向に移動する。

【0042】上述した回転駆動手段と上下方向駆動手段は、他の搬送ローラ20B、20C、…全てに設けられている。そして、これらの手段のサーボモータ38、56が前記モーションコントローラによって制御されている。なお、図3において符号60、62は、成形ゾーン14に設けられたヒータを示している。

【0043】前記のごとく構成された曲げ成形用のローラコンベア20には、ガラス板18に所定の曲げ荷重を与えるサンドイッチローラ（押圧ローラ）64が設けられている（図4）。このサンドイッチローラ64は、成形ゾーン14の終端部に配設された搬送ローラ20Nの上方に配置されており、その搬送ローラ20Nの軸芯を中心に揺動自在に設けられている。

【0044】搬送ローラ20Nは、軸受32、32を介して移動フレーム30上に回転自在に支持されている。そして、その一方端（図4に置いて左端）には従動ギヤ34が固着されており、従動ギヤ34は駆動ギヤ36に噛合されている。駆動ギヤ36は、サーボモータ38の出力軸40に取り付けられており、このサーボモータ38が駆動されることにより搬送ローラ20Nが所定の角速度で回転される。

【0045】移動フレーム30上には、一対の揺動筒66、66が軸受68、68、…を介して回転自在に支持されている。この一対の揺動筒66、66は、前記搬送ローラ20Nと同軸上に配置されている。そして、その一方の揺動筒66（図4において左側）には、搬送ローラ20Nの回転軸が挿通されている。また、他方の揺動筒66には、揺動駆動用のサーボモータ70の出力軸72がカップリング74を介して連結されている。

【0046】また、この一対の揺動筒66、66は、それぞれ連結バー76を介して互いに連結されている。サンドイッチローラ64は、この連結バー76に軸受78、78を介して回転自在に支持されている。

【0047】サンドイッチローラ64の一方端（図4において右端）には、ギヤ80が取り付けられている。このギヤ80は前記搬送ローラ20Nの一方端（図4において右端）に固着されたギヤ82に噛合されている。したがって、搬送ローラ20Nが回転されると、その回転がギヤ80、82を介してサンドイッチローラ64に伝達され、サンドイッチローラ64が回転される。

【0048】前記のごとく構成されたサンドイッチローラ64は、搬送ローラ20Nのサーボモータ38が駆動されると、搬送ローラ20Nとともに所定の角速度で回転される。そして、揺動駆動用のサーボモータ70が駆動されると、搬送ローラ20Nの軸芯を中心に揺動される。ガラス板18は、このサンドイッチローラ64と搬送ローラ20Nの間を搬送される。

【0049】なお、このサンドイッチローラ64が揺動駆動されるサーボモータ70は、前記回転駆動手段のサーボモータ38と同様にモーションコントローラによって制御されている。

【0050】ここで、このモーションコントローラについて説明する。モーションコントローラは、外部入力手段からガラス板18の型式が入力されると、その型式のガラス板18の曲率に対応する搬送ローラ20A、20B、…の角速度制御データと上下移動制御データ、及びサンドイッチローラ64の揺動制御データを作成する。そして、この作成した角速度制御データに基づきサーボモータ38を制御し、上下移動制御データに基づきサーボモータ56を制御する。また、作成した揺動制御データに基づきサーボモータ70を制御する。すなわち、モーションコントローラは、ガラス板18が搬送ローラ20A、20B、…による搬送中に所望の曲率で曲げ成形されるように、各搬送ローラ20A、20B、…を多軸制御する。

【0051】次に、前記のごとく構成されたローラコンベア20とサンドイッチローラ64によるガラス板18の曲げ成形動作について説明する。

【0052】基本的な搬送ローラ20A、20B、…の動作は、ガラス板の搬送に伴い搬送方向上流側の搬送ローラから順に順次下降、上昇運動するものである。そして、この搬送ローラに搬送される過程でガラス板18は搬送方向に沿った方向に所定の曲率で曲げ成形される。

【0053】また、基本的なサンドイッチローラ64の動作は、搬送ローラ20A、20B、…によって形成される搬送面に対して法線方向に位置するように動作する。そして、所定の曲げ動作をするときは、法線方向の位置から所定量揺動して、ガラス板18に所定の曲げ荷重を与える。

【0054】具体的には以下のとおりであるが、まず、始めにローラコンベア20を構成する搬送ローラ20A、20B、…の上下移動のみでガラス板18を所定の曲率に曲げ成形する場合について図2を用いて説明する。この場合、サンドイッチローラ64は、搬送ローラ20A、20B、…によって形成される搬送面に対して法線方向に位置するように制御される。なお、説明中()内の符号は、図2の()内の符号に対応する。

【0055】初期状態において、全ての搬送ローラ20A、20B、…は最上位置に位置している(A)。したがって、このとき搬送ローラ20A～20Mで形成され

る搬送面は水平になっている。また、図示されていないが、サンドイッチローラ64は、搬送ローラ20Nの真上の位置に位置している。

【0056】ガラス板18の搬送が開始されると、搬送ローラ20D～20Fが下降する(B)。これにより、搬送ローラ20D～20Fで形成される搬送面が曲率半径の大きい緩やかな湾曲状に変形する。ガラス板18は、この搬送ローラ20D～20F上を通過することにより、自重で搬送ローラ20D～20Fの湾曲面に沿って撓み、その湾曲面に沿った形状に変形する。

【0057】ガラス板18が更に搬送されると、搬送ローラ20F～20Hが、先の搬送ローラ20D～20Fよりも多めに下降する(C)。これにより、搬送ローラ20F～20Hで形成される搬送面が、先の湾曲面よりも曲率半径の小さい(曲がり大きい)湾曲状に変形する。ガラス板18は、この搬送ローラ20F～20H上を通過することにより、自重で搬送ローラ20F～20Hの湾曲面に沿って更に撓み、その湾曲面に沿った形状に変形する。

【0058】ガラス板18が更に搬送されると、搬送ローラ20H～20Jが、先の搬送ローラ20F～20Hよりも更に多めに下降する(D)。これにより、搬送ローラ20H～20Jで形成される搬送面が、先の湾曲面よりも曲率半径の小さい湾曲状に変形する。ガラス板18は、この搬送ローラ20H～20J上を通過することにより、自重で搬送ローラ20H～20Jの湾曲面に沿って更に撓み、その湾曲面に沿った形状に変形する。

【0059】ガラス板18が更に搬送されると、搬送ローラ20J～20Lが、先の搬送ローラ20H～20Jよりも更に多めに下降する(E)。そして、搬送ローラ20J～20Lで形成される搬送面が、最終的に得ようとするガラス板18の曲率と同じ曲率の湾曲面に変形する。ガラス板18は、この搬送ローラ20J～20L上を通過することにより、自重で搬送ローラ20J～20Lの湾曲面に沿って撓み、これにより、最終的に得ようとする曲率に曲げ成形される。

【0060】以後、搬送ローラ20M、20N、…は、この曲率の湾曲面を維持するように上下移動する。

【0061】したがって、成形ゾーン14内の各ローラは、1枚のガラス板18の搬送の際に、ガラス板18の通過にともない1周期の下降・上昇運動を行う。これにより、ガラス板18が位置しているローラの群により下に凸形状の波面を形成し、ガラス板18の搬送とともに、この波面を進行させる。ガラス板18の搬送方向前辺及び搬送方向後辺は搬送レベルに保たれ、ガラス板18の中央部分は各ローラの下降位置に応じて搬送レベルの下方に垂れ下がる。こうして、ガラス板18は各ローラにより搬送されながら、搬送方向に曲げ成形される。この場合、ガラス板18の搬送方向前辺及び搬送方向後辺が搬送レベルに保たれていることから、ガラス板の搬

送方向は搬送レベルに平行な方向といえる。

【0062】なお、ガラス板18は、成形ゾーン14の下流へ行くにしたがって大きく曲げられるので、上記の波面の振幅は下流ほど大きい。すなわち、各ローラの下流・上昇運動による振幅は、成形ゾーン14の下流ほど大きい。

【0063】一方、上記のようにローラコンベア20の搬送ローラ20A、20B、…の上下移動のみでガラス板18を曲げ成形する場合、サンドイッチローラ64は、次のように作用する。この説明でも()内の符号は、図5の()内の符号に対応する。

【0064】ガラス板18が搬送ローラ20Nの手前の位置まで搬送されると、サンドイッチローラ64は所定角度傾斜して待機する(A)。すなわち、湾曲したガラス板18が、搬送ローラ20Nとサンドイッチローラ64との間に導入されるように、所定角度傾斜して待機する。このとき、サンドイッチローラ64は、ガラス板18の湾曲面に対して法線方向に位置するように傾斜して待機する。

【0065】搬送ローラ20Nまで搬送されたガラス板18は、その先端部がサンドイッチローラ64と搬送ローラ20Nとの間に導入される(B)。そして、サンドイッチローラ64と搬送ローラ20Nによって挟持された状態で搬送されてゆく(C)、(D)。

【0066】このとき、搬送ローラ20Nは、所望の曲げ成形が成されたガラス板18の形状を保持するように、上下移動しながらガラス板18を搬送する。一方、サンドイッチローラ64は、この搬送ローラ20Nの上下移動に伴って上下移動するとともに、搬送ローラによって形成される搬送面に対して常に法線方向に位置するように傾斜する。これにより、ガラス板18の縁部に反りが生じている場合であっても、当該反りはサンドイッチローラ64によって押圧されるため、ガラス板18は反りが無い状態に矯正される。これにより、反りのない高精度な曲げ成形が可能になる。

【0067】ガラス板18が搬送ローラ20Nを通過したあとは、図5(E)に示すように、搬送ローラNは原点位置、すなわち最上位置に復帰する。そして、サンドイッチローラ64は、搬送ローラ20Nの真上の位置に復帰する。

【0068】このように、ローラ20A、20B、…の上下移動のみでガラス板18を曲げ成形する場合、サンドイッチローラ64は搬送面に対して法線方向に位置してガラス板18を挟持する。これにより、縁部に反りを生じさせることなく、高精度にガラス板18を曲げ成形することができる。

【0069】なお、上記のように搬送ローラが下降・上昇運動をすると、ガラス板18の水平方向成分の搬送速度 V_x は、搬送ローラの上下位置に依存することになる。この場合、搬送ローラの角速度(回転速度) ω が一

定であると、水平方向成分の搬送速度 V_x は、下側の搬送ローラの方が上側の搬送ローラよりも速くなる。このような速度のアンバランス現象が生じると、搬送ローラとガラス板18との間でスリップが発生し、ガラス板18に傷が付くという不具合が発生する。

【0070】そこで、モーションコントローラは、各搬送ローラによるガラス板18の水平方向成分の搬送速度 V_x が等しくなるように、各搬送ローラのサーボモータ56を制御する。たとえば、図6に示すように、搬送ローラ20D~20Fの上下位置をパラメータとして搬送搬送ローラ20D~20Fの角速度が $\omega_D > \omega_E < \omega_F$ となるように制御する。これにより、搬送ローラとガラス板18の間でのスリップの発生が防止され、ガラス板18の傷付きが防止される。

【0071】次に、サンドイッチローラ64を用いてガラス板18を所定の曲率に曲げ成形する場合について説明する。

【0072】なお、このサンドイッチローラ64を用いてガラス板18を所定の曲率に曲げ成形する場合においても、ガラス板18は、上述した搬送ローラ20A~20Lを用いて所定の曲率に曲げ成形する。すなわち、サンドイッチローラ64は、搬送ローラ20A~20Lによって所定の曲率に曲げ成形されたガラス板18に対して更に所定の曲げ成形を行う。したがって、以下の説明では、搬送ローラ20A~20Lによって所定の曲率に曲げ成形されたガラス板18をサンドイッチローラ64で曲げ成形する場合について説明する。

【0073】サンドイッチローラ64は、法線方向の位置から曲げ成形する方向に所定角度傾斜することにより、ガラス板18に所定の曲げ荷重を与えて、そのガラス板18を三点曲げる。そして、これによりガラス板18を所定の曲率に曲げ成形する。すなわち、通常、サンドイッチローラ64は、搬送面に対して法線方向に位置している(図7(A))。ガラス板18を曲げ成形する場合は、法線方向から曲げ成形する方向に所定角度 α 傾斜させる(図7(B))。これにより、搬送ローラ20Mと搬送ローラ20Nの間におけるガラス板18の上面に所定の曲げ荷重が与えられ、搬送ローラ20M、20Nとサンドイッチローラ64との間でガラス板18が三点曲げされる。この結果、ガラス板18が所定の曲率に曲げ成形される。

【0074】ここで、サンドイッチローラ64は任意の角度で揺動させることができる。したがって、より小さな曲率半径でガラス板18を曲げ成形する場合は、より大きな傾斜角度 α でサンドイッチローラ64を傾斜させればよい。これにより、より大きな曲げ荷重がガラス板18に付与され、より小さな曲率半径にガラス板18を曲げ成形することができる。

【0075】また、サンドイッチローラ64は揺動自在であるので、選択的に傾斜することにより、任意の位置

でガラス板18を曲げ成形できる。

【0076】このように、サンドイッチローラ64を用いることにより、ガラス板18の任意の部分の任意の曲率で曲げ成形でき、従来、成形することが困難であった複雑な曲率を有するガラス板18を容易に成形できる。

【0077】また、従来はガラス板18の自重のみでガラス板18を曲げ成形していたので、ガラス板18の両端（搬送方向の両端）が所望の曲率に曲げ成形できないという欠点があった。本実施の形態の曲げ成形方法によれば、このような自重では曲げ成形が困難な部分でも、強制的に曲げ成形できるので、所望の曲率のガラス板18を精度よく成形できる。特にガラス板18の板厚が厚い場合は、自重による曲げ成形が困難なので、本実施の形態の曲げ成形方法は有効である。

【0078】さらに、本実施の形態の曲げ成形方法では、通常、サンドイッチローラ64は、搬送面の法線方向に位置してガラス板18を挟持しているため、ガラス板18の縁部に生じた反りを矯正する作用がある。これにより、より高精度なガラス板18を成形することができる。

【0079】なお、本実施の形態では、サンドイッチローラ64が搬送ローラ20Nの上方位置に設置されているが、その設置位置については当該位置に限定されない。たとえば、成形ゾーン14の中間位置に設置してもよいし、本実施の形態のように搬送経路の終端位置に設置してもよい。

【0080】また、本実施の形態では、サンドイッチローラ64は1つのみ設けられているが、その設置数は1つに限らず複数個設置してもよい。

【0081】さらに、本実施の形態では、サンドイッチローラ64が搬送ローラ20Nの軸芯に対して揺動自在に設けられているが、図8及び図9に示すように、サンドイッチローラ64をガラス板18の搬送面に対して上下移動自在に設けてもよい。この構成は、次のとおりである。

【0082】サンドイッチローラ64は、搬送ローラ20Mと搬送ローラ20Nの間に配置されており、軸受84、84を介して支持フレーム86に回動自在に支持されている。そして、その一方端（図9において右端）には、サーボモータ88の出力軸が連結されている。

【0083】支持フレーム86の上端部には、一対のガイドロッド90、90が垂直に立設されている。このガイドロッド90、90はガイドブロック92、92に摺動自在に支持されており、該ガイドブロック92、92は、それぞれ図示しない装置本体フレームに取り付けられている。

【0084】ガイドロッド90、90の上端部にはラック94、94が垂直に取り付けられている。このラック94、94にはピニオン96、96が噛合されており、該ピニオン96、96は回転軸98に固定されている。

この回転軸98は軸受100、100によって軸支されており、軸受100、100は図示しない装置本体フレームに取り付けられている。また、この回転軸98の一方端（図9において右端）にはサーボモータ102の出力軸が連結されており、サーボモータ102は、図示しない装置本体フレームに取り付けられている。

【0085】以上がサンドイッチローラ64を回転及び上下移動させる機構である。この機構によれば、サンドイッチローラ64は、サーボモータ88を駆動することにより回転する。また、サンドイッチローラ64は、サーボモータ102を駆動することにより上下移動する。すなわち、サーボモータ102を駆動すると、回転軸98が回転し、その回転運動がピニオン96とラック94の作用によって直線運動に変換されて支持フレーム86が上下方向に移動する。そして、この支持フレーム86が上下方向に移動することによりサンドイッチローラ64が上下方向に移動する。

【0086】そして、このように構成されたサンドイッチローラ64を所定の回転速度で回転させながら、搬送ローラ20Mと搬送ローラ20Nの間のガラス板18に押し当てることにより、ガラス板18には所定の曲げ荷重が与えられて、所定の曲率に曲げ成形がなされる。

【0087】図1に示す実施の形態では、成形ゾーン14が加熱炉12の囲い中に設けられている。すなわち、成形ゾーン14が加熱炉12内であって加熱炉12の下流に設けられている。本発明におけるガラス板の曲げ成形方法、装置では、(i) 成形ゾーンを加熱炉内に設けることの他に、(ii) 加熱炉外に設けることも、(iii) 成形ゾーンの一部を加熱炉外に設けることもできる。こうした成形ゾーンを設ける位置は、ガラス板の寸法や加熱炉内の温度制御の要求に応じて、上記(i)～(iii)から適宜選択できる。

【0088】まず、ガラス板の厚みと成形ゾーンの位置との関係を説明する。ガラス板が曲げ成形された後の強化処理は、ガラス板の厚みの影響を受ける。すなわち、強化処理されたガラス板は、表面に圧縮応力が、内部に引張応力が形成されている。これらの残留応力は、加熱されたガラス板の急冷により生じるガラス板表面とガラス板内部との温度差に起因する。ガラス板の厚みが小さいとこの温度差が得にくくなるので、厚みが小さいガラス板の強化処理にあたっては、急冷時の冷却能を増加させる必要がある。冷却能の増加のための手段の1つには、冷却風の吹付け圧や風量を増加することがあげられる。他に、急冷時のガラス板の温度を増加させる手段もある。

【0089】(i) の場合、ガラス板を加熱炉内で曲げ成形できるので、曲げ成形後のガラス板をすぐに風冷強化装置に搬送できる。そのため、ガラス板の温度が下がることなく風冷強化装置までガラス板を搬送できる。したがって、(i) の成形ゾーンの配置は、厚みが小さい

ガラス板の曲げ成形・強化処理に優位である。

【0090】次に、ガラス板の曲げ形状と成形ゾーン的位置との関係を説明する。本発明のガラス板の曲げ成形方法、装置は、搬送ローラの上に押圧ローラを配している。成形ゾーンが加熱炉内にあると、押圧ローラが加熱炉内の上に位置することになり、加熱炉内の閉空間を確保しにくくなる。そのため、加熱炉内の温度を所定の温度に保てないという不具合が生じる。そこで、押圧ローラを加熱炉外に設けることによって、加熱炉内の温度の安定化が実現できる。したがって、(i i)の成形ゾーンの配置は、加熱炉内の温度を安定させる要求が高い場合に優位である。

【0091】さらに、加熱炉内の温度を安定させながら厚みの小さいガラス板の曲げ成形・強化処理には、

(i)と(i i)の折衷として(i i i)が優位である。そして、(i i i)の曲げ成形ゾーンの配置は、単なる折衷案の位置付けに留まらず、次の点で好ましい。すなわち、自動車産業の少量多品種の要求により、1つのガラス板の曲げ成形装置で多くの型式のガラス板を曲げ成形することも要求されている。型式に応じて、ガラス板の厚みは多種にわたり、ガラス板の曲げ形状も多種にわたる。そのため、同じ仕様のガラス板の曲げ成形装置で、多種の厚みの多種の曲げ形状のガラス板を成形できることは優位である。そして、このような少量多品種の事情に適応できる成形ゾーンの配置が、(i i i)の配置である。

【0092】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係るガラス板の曲げ成形方法及び装置によれば、隣接する2本の搬送ローラの上に押圧ローラを設け、これらのローラで

ガラス板を三点曲げすることにより、ガラス板を所望の曲率に精度よく曲げ成形できる。また、搬送面に対して法線方向に位置するローラでガラス板を挟持することにより、曲げ成形時に生じたガラス板の縁部の反りを矯正できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るガラス板の曲げ成形装置の構造を示す斜視図

【図2】ローラコンベアによるガラス板の曲げ動作を示す遷移図

【図3】ローラの回転駆動手段と上下方向移動手段との構造を示す説明図

【図4】サンドイッチローラの構造を示す正面図

【図5】サンドイッチローラによるガラス板の矯正動作を示す遷移図

【図6】ガラス板の水平方向成分の搬送速度を示す説明図

【図7】サンドイッチローラによるガラス板の曲げ動作の説明図

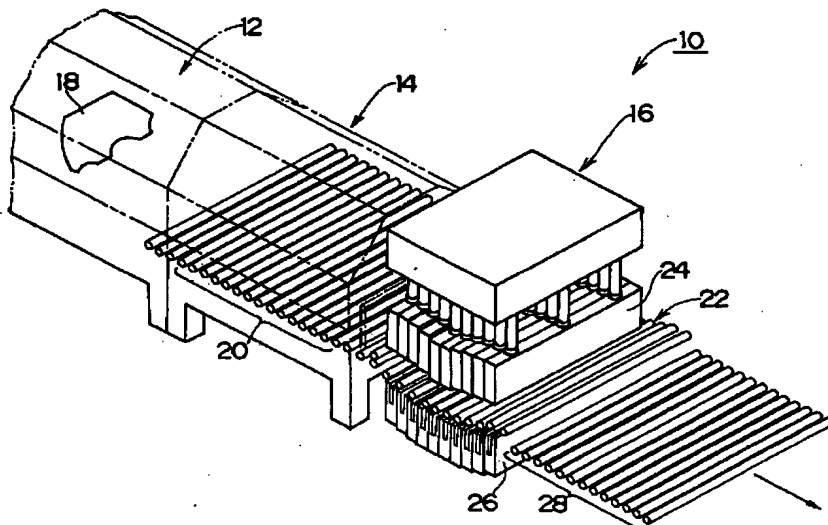
【図8】サンドイッチローラの他の実施の形態の構成を示す側面図

【図9】サンドイッチローラの他の実施の形態の構成を示す正面図

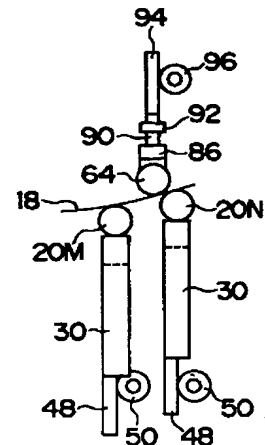
【符号の説明】

10…ガラス板の曲げ成形装置、12…加熱炉、14…成形ゾーン、16…風冷強化装置、18…ガラス板、20…ローラコンベア、20A～20P…搬送ローラ、38、56、70…サーボモータ、64…サンドイッチローラ

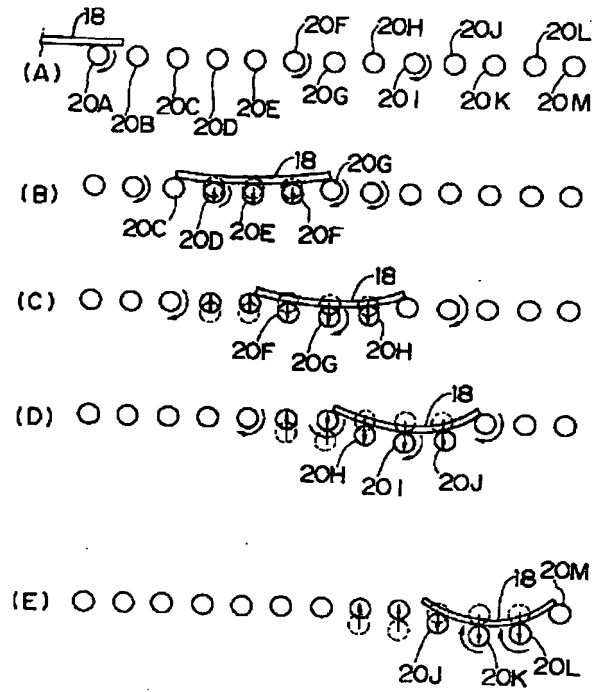
【図1】



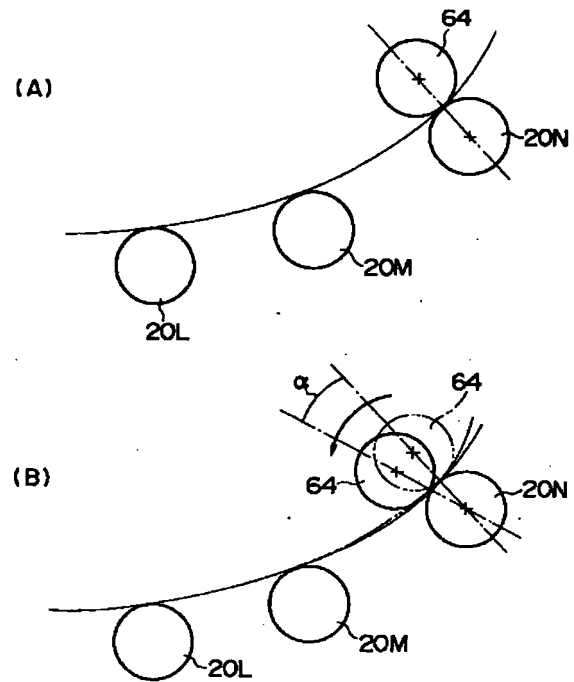
【図8】



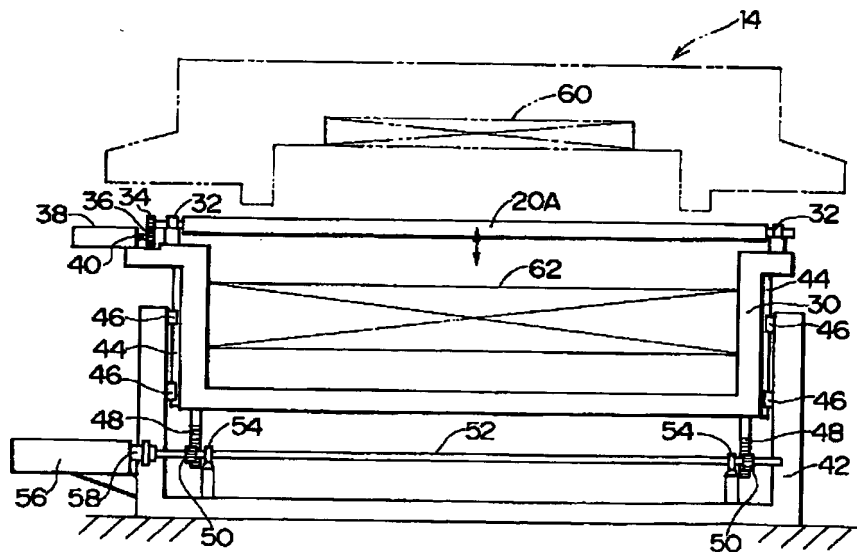
【図2】



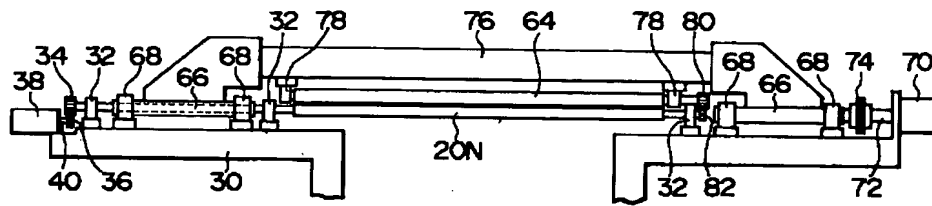
【図7】



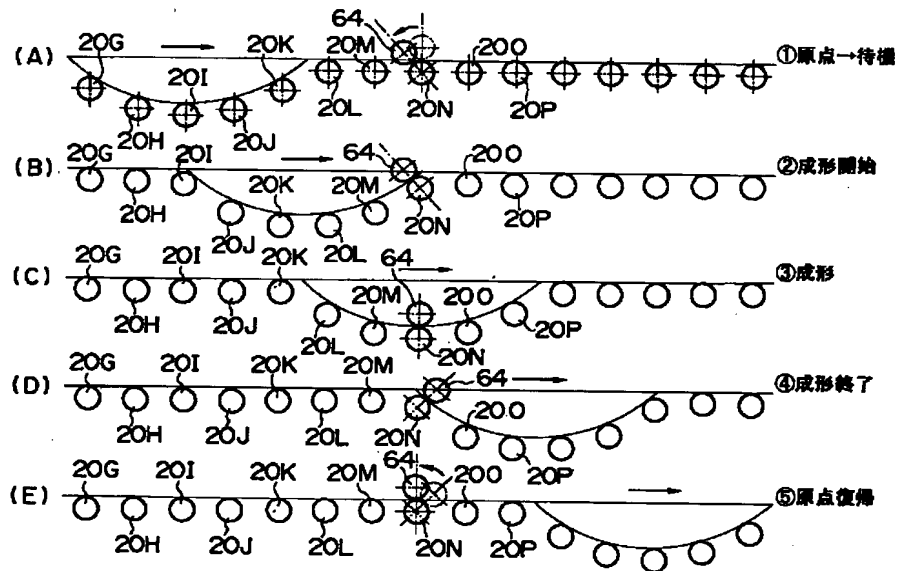
【図3】



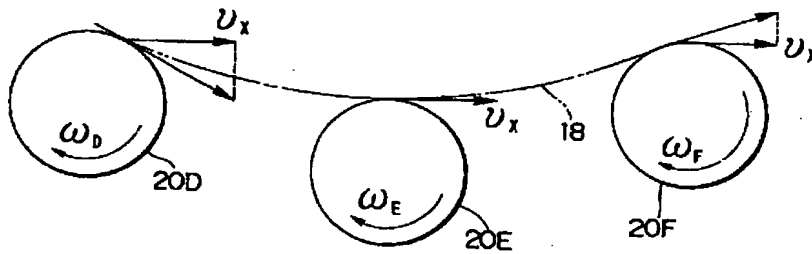
【図4】



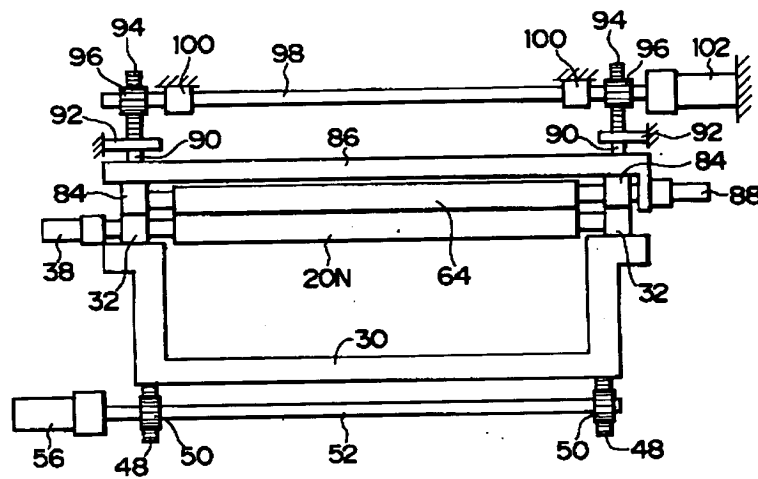
【図5】



【図6】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 野村 謙
愛知県知多郡武豊町字旭1番地 旭硝子株
式会社内

(72)発明者 富岡 昌紀
愛知県知多郡武豊町字旭1番地 旭硝子株
式会社内
(72)発明者 合歡垣 洋一
愛知県知多郡武豊町字旭1番地 旭硝子株
式会社内